

Калориметричний метод визначення терморадіаційних характеристик енергоефективних стекол

Декуша Л.В., к.т.н., Воробйов Л.Й., к.т.н., Бурова З.А.

Інститут технічної теплофізики НАН України,

03057, м. Київ, вул. Желябова 2а,

тел. (044) 453-28-42, (044) 453-28-43, E-mail: teplomer@ukr.net

Розроблено методику для визначення коефіцієнта емісії енергозберігаючих стекол та покриттів з використанням приладів, виготовлених згідно ДСТУ ISO 8301:2007.

Термомодернізація будівель та споруд неможлива без застосування енергоощадного покриття та енергоефективного скла в світлопрозорих конструкціях. В Україні застосовують низькоемісійне скло як вітчизняного, так і закордонного виробництва, причому відсутність на даний час єдиної методики визначення терморадіаційних характеристик (ТРХ) енергоефективних стекол та покриттів призводить до розбіжностей у визначенні їх властивостей, а подекуди і цілеспрямованого перебільшення значень деяких характеристик з метою реклами та впровадження неефективних рішень в суто комерційних цілях.

Відомі методи та прилади для вимірювання ТРХ призначені для роботи у видимому та ближньому ІЧ - діапазоні, що обмежує їх широке застосування для вимірювання теплозахисних характеристик енергоефективних стекол та покриттів. Значення коефіцієнта випромінювання поверхні скла, яке використовують при тепловому розрахунку вікон і склопакетів, визначають згідно ДСТУ EN 673:2009 [1] непрямим методом шляхом тривалих вимірювань та із застосуванням дорогого спеціалізованого імпортного устаткування – ІЧ-спектрофотометрів Фур'є зі спектральним діапазоном до 50 мкм.

Наразі актуальною проблемою є розробка методики для визначення коефіцієнта емісії енергозберігаючих стекол та покриттів, що може бути реалізована на власній приладовій базі та без значних матеріальних витрат.

В ІТТФ НАН України проведено пошук аналітичних рішень з питань дослідження ТРХ покриттів; розроблено теоретичні засади методики вимірювань коефіцієнту емісії енергоефективних стекол та покриттів та проведено її експериментальне підтвердження з використанням вже існуючого приладу, виготовленого згідно ДСТУ ISO 8301:2007 [2], яким оснащено провідні контрольно-вимірювальні лабораторії та сертифікаційні центри в Україні – установки ИТ-7С для визначення теплового опору та коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів [3], яка також є розробкою ІТТФ НАНУ та не має аналогів в Україні.

Для проведення вимірювань формують зразок у вигляді блоку (пакету) з дослідного скла з повітряним проміжком заданої величини. Стекла розташовують паралельно одне до іншого, при цьому сторони з покриттям мають бути звернені всередину пакету, один до одного. Пакет встановлюють у вимірювальну комірку теплового блоку установки ИТ-7С і задають температури верхнього T_B і нижнього T_H нагрівника блоку таким чином, щоб перепад

температури на поверхнях дослідного пакету стекол становив приблизно 10 °С. У стаціонарному режимі вимірюють різницю температур ΔT , К на верхній і нижній поверхнях пакету стекол і тепловий потік $q_{\text{сер}}$, Вт/м² що проходить крізь цей пакет, на підставі чого розраховують тепловий опір $R_{\text{пак}}$:

$$R_{\text{пак}} = \frac{\Delta T}{q_{\text{сер}}} = \frac{2h_{\text{ск}}}{\lambda_{\text{ск}}} + \left(\frac{\lambda_{\text{пов}}}{h_{\text{пов}}} + 4\varepsilon_{\text{пр}}\sigma T_{\text{сер}}^3 \right)^{-1}, \quad (1)$$

звідки значення приведенного коефіцієнту емісії пакету $\varepsilon_{\text{пр}}$ дорівнює:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \left[\left(\frac{\Delta T}{q_{\text{сер}}} - \frac{2h_{\text{ск}}}{\lambda_{\text{ск}}} \right)^{-1} - \frac{\lambda_{\text{пов}}}{h_{\text{пов}}} \right] / 4\sigma T_{\text{сер}}^3. \quad (2)$$

У виразах (1), (2):

$h_{\text{ск}}$, $h_{\text{пов}}$ – товщина дослідного скла та повітряного проміжку відповідно, м;

$\lambda_{\text{ск}}$, $\lambda_{\text{пов}}$ – коефіцієнти теплопровідності скла та повітряного проміжку, Вт/м·К;

$T_{\text{сер}} = 0,5(T_{\text{В}} - T_{\text{Н}})$ – середнє значення температури пакету, К;

σ – стала Стефана-Больцмана.

Використовуючи отримане значення приведенного коефіцієнту емісії пакету $\varepsilon_{\text{пр}}$ та враховуючи, що для двох нескінченних паралельних пластин справедливим є вираз

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{2\varepsilon_{\text{пок}}^{-1} - 1}, \quad (3)$$

розраховують коефіцієнт емісії енергоефективного скла (покриття) $\varepsilon_{\text{пок}}$ за формулою:

$$\varepsilon_{\text{пок}} = \frac{1}{2\varepsilon_{\text{пр}}^{-1} + 1}. \quad (4)$$

Апробацію методики проведено шляхом дослідження чистих прозорих та затінених стекол, а також стекол з низькоемісійним м'яким та жорстким покриттям з варіюванням товщини скла та повітряного прошарку у дослідному пакеті. Результати випробувань методики показали, що одержані дані відповідають довідниковим та сертифікаційним даним для низькоемісійних стекол у межах похибки вимірювань.

Дана методика може знайти застосовування як у наукових дослідженнях, так і для масових технічних вимірювань з метою контролю якості новостворених та випускаємих зразків стекол, чистих та з енергоефективними покриттями, для склопакетів, а також з метою сертифікації готової продукції. Впровадження методики дозволить оцінювати реальні ТРХ стекол та покриттів з використанням вже існуючого приладового обладнання вітчизняного виробництва на високому метрологічному рівні.

Перелік посилань:

1. ДСТУ EN 673:2009 Скло будівельне. Методика визначення коефіцієнта теплопередавання багатошарових конструкції (EN 673:1997, IDT).

2. ДСТУ ISO 8301:2007 Теплоізоляція. Визначення теплового опору та пов'язаних із ним характеристик в усталеному режимі приладом із перетворювачем теплового потоку (ISO 8301:1991, IDT).

3. Бурова З., Воробйов Л., Декуша Л., Декуша О. Установка для вимірювання коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів ИТ-7С // Метрологія та прилади. – Харків, 2009. – №6 – С. 9-15.